IGNATIUS
GLOBAL SCHOOL
THE GLOBAL SPIRIT

Jl. VETERAN No. F3 Telp. 377159

BAB Rangkaian Arus Bolak-balik

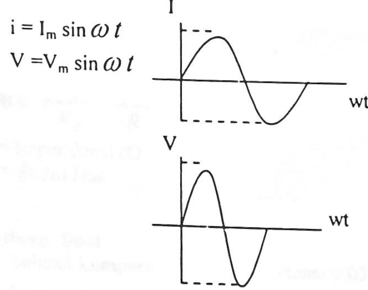
A. Analisis Rangkaian Arus Bolak-Balik

1. Nilai sesaat, Nilai Maksimum dan Nilai Efektif
Dari Kuat Arus dan Tegangan ac dinyatakan dengan Fasor

Nilai sesaat arus (i) dan tegangan (V) bolak-balik.

$i = I_m \sin \omega t$

$V = V_m \sin \omega t$



Nilai Efektif dari Alat ukur Arus dan Tegangan Bolak-balik

$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ atau $I_m = I_{ef}\sqrt{2}$

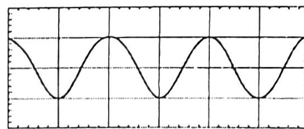
$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ atau $V_m = V_{ef}\sqrt{2}$

Latihan Soal

1. Sebuah voltmeter yang dihubungkan ke terminal-terminal sebuah sumber tegangan ac menunjukkan 200 V. Sebuah alat listrik dengan hambatan 50 ohm dihubungkan ke sumber tegangan itu. Tentukan :
   a. Nilai efektif dan maksimum tegangan sumber
   b. nilai efektif dan maksimum arus sumber
   c. nilai puncak ke puncak

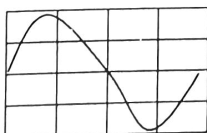
2. Sebuah sumber tegangan ac $v = 80 \sin 100\pi t$ dihubungkan ke ujung-ujung resistor 20 ohm. Tentukan besar arus yang ditunjukkan amperemeter ac yang dipasang seri dengan resistor itu.

3. Sebuah osiloskop diatur sehingga penguat vertikal 3V/cm dan waktu sapu horizontal 10 cm/s. Ketika suatu sinyal diberikan pada masukan terminal tegangan osiloskop, terlihat tampilan pada layar seperti pada gbr.



   Tentukan :
   a. tegangan maksimum dan tegangan puncak ke puncak
   b. frekuensi sinyal.

4. Suatu sumber tegangan bolak-balik dihubungkan ke sebuah Osiloskop. Dengan mengatur tombol skala vertikal pada angka 2V/cm dan tombol sweep time pada angka 5 ms/cm, maka diperoleh tampilan gambar seperti di bawah ini.



   Tentukan Tegangan Efektif dan frekuensi sumber.

2. Rangkaian Resistif, Induktif, dan kapasitif murni

a. Rangkaian arus bolak-balik untuk **Resistor murni**

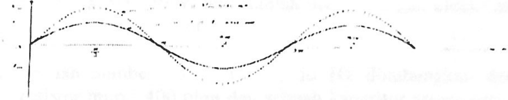
Diagram Fasor



i dan v sefase

$i = I_m \sin \omega t$

$v = V_m \sin \omega t$



Rumus Dasar

$V_m = I_m R$

$P = I_{ef}^2 R$

b. Rangkaian arus bolak-balik untuk **induktor murni**

Diagram Fasor

v mendahului arus I sebesar 90°

$i = I_m \sin \omega t$

$v = V_m \sin (\omega t + 90^\circ)$



Rumus Dasar

$V_m = \omega L I_m$

$X_L = \omega L$

c. Rangkaian arus bolak-balik untuk **Kapasitor murni**

Diagram Fasor

v terlambat 90° terhadap arus i.

$i = I_m \sin \omega t$

$v = V_m \sin (\omega t - 90^\circ)$



Rumus Dasar

$V_m = \frac{I_m}{\omega C}$

$X_C = \frac{1}{\omega C}$

Latihan soal

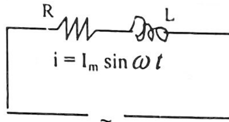
1. Sebuah sumber ac dihubungkan ke ujung sebuah induktor murni 125 mH.
   a. Jika tegangan ac yang diberikan v = 80 sin 200t volt. Tentukan persamaan Arus sesaat yang melalui induktor. Hitung kuat arus pd saat $t = \frac{7\pi}{800}$ sekon.
   b. Jika arus ac yang diberikan i = 4 sin 100t A, tentukan pers. Tegangan sesaat pd ujung induktor. Hitung tegangan pd saat $t = \frac{11\rho}{600}$ sekon.

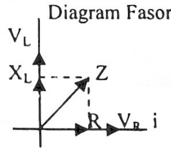
2. Generator yang memiliki rangkaian ac kapasitif murni, frekuensi sudutnya 120 π rad/s. Jika kapasitas rangkaian adalah 6 uF dan tegangan sesaat dinyatakan oleh v = 10 sin ωt , tentukanlah arus listrik yang melalui rangkaian pada saat $t = \frac{7}{480}$ sekon.

3. Sebuah tegangan sinusoidal 6V efektif dan frekuensi 1000 Hz dihubungkan ke ujung-ujung sebuah induktor murni. Jika arus efektif 1,9 mA, tentukanlah nilai induktansi induktor itu.

IGNATIUS
GLOBAL SCHOOL
THE GLOBAL SPIRIT

3. Rangkaian Seri Resistor dan Induktor





$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$V = I.Z \;;\; V_R = I.Z \;;\; V_L = I.L$$

$$\tan\varphi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$$

Z = Impendansi (Ohm)
Φ = Sudut fase

Latihan Soal

1. Sebuah kumparan dengan induktansi 0,03 H dan hambatan 9 ohm dihubungkan pada jaringan 120 V, $\frac{50}{\pi}$ Hz. Tentukan :
   a. arus dalam rangkaian
   b. sudut fase antara arus dan tegangan
   c. persamaan arus jika tengan sumber dinyatakan
   V = Vm sin ωt
   d. arus melalui rangkaian pada saat t = $\frac{\pi}{300}$ sekon.

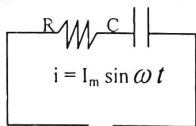
2. Sumber tegangan bolak-balik dihubungkan dengan rangkaian seri induktor L dan resistor R. Tegangan yang diukur dengan voltmeter pada ujung R adalah 6 V, dan pada ujung L = 8 V. Bila kuat arus yang dihasilkan diukur dengan amperemeter sebesar 2 A, tentukan impedansi rangkaian tersebut !

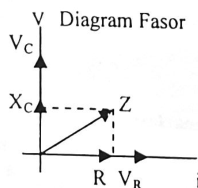
3. Dalam rangkaian seri hambatan (R = 60 ohm) dan induktor dalam tegangan bolak-balik mengalir arus 2 A. Apabila dalam diagram vektor di atas tan α = ¾ , tentukan tegangan induktor.

4. Suatu kumparan dihubungkan dengan tegangan bolak-balik dan didapat hasil pengukuran pada ohmmeter, voltmeter dan amperemeter yaitu 30 ohm, 5 volt dan 100 mA. Tentukan reaktansi induktif kumparan tersebut !

5. Sebuah resistor 30 ohm disusun seri dengan sebuah induktor murni 2 mH. Rangkaian ini dihubungkan ke ujung-ujung sumber tegangan yang frekuensinya dapat diubah-ubah. Pada frekuensi berapa tegangan antara ujung-ujung resistor sama dengan tegangan ujung-ujung induktor.

4. Rangkaian seri Resistor dan Kapasitor





Rumus dasar

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$V = I.Z \;;\; V_C = I.X_C$$

$$\tan\varphi = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$$

Latihan Soal

1. Sebuah sumber tegangan ac 29 volt efektif memiliki frekuensi $\frac{2000}{\pi}$ Hz. Sumber tegangan itu dihubungkan dengan resistor 40 ohm yang dirangkai seri dengan kapasitor 2,5 uF. Hitung impedansi rangkaian dan tegangan maksimum antara ujung-ujung resistor.

2. Sebuah sumber arus bolak-balik dengan frekuensi sudut 104 rad/s mengalir melalui rangkaian seri resistor 10 kilo ohm dan kapasitor 0,1 uF. Jika beda tegangan efektif antara kedua ujung resistor adalah 20 V, tentukanlah beda tegangan efektif antara ujung-ujung kapasitor.

3. Sebuah sumber daya 200 V, 50 Hz dihubungkan dengan resistor murni 400 ohm dan sebuah kapasitor secara seri. Jika tegangan pada resistor itu 160 V, tentukanlah tegangan dan reaktansi kapasitor.

4. Sebuah resistor 20 ohm disusun seri dengan sebuah kapasitor 5 uF. Rangkaian dihubungkan ke sebuah sumber yang frekuensinya dapat diubah-ubah. Jika tegangan antara ujung-ujung resistor sama dengan tegangan antara ujung-ujung kapasitor, tentukanlah frekuensi sumber ac itu.

5. Rangkaian seri RLC

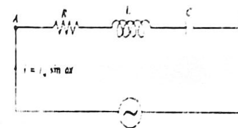


Diagram Fasor



Rumus dasar

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$V = I.Z \;;\; V_R = I.R \;;\; V_L = I.X_L \;;\; V_C = I.X_C$$

$$\tan\varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

6. Resonansi pd rangkaian seri RLC

Sifat rangkaian RLC :
a. Jika $X_L > X_C$ (sifat rangkaian Induktif)
b. Jika $X_C > X_L$ (sifat rangkaian Kapasitif)
c. Jika $X_L = X_C$ (resonansi)

Frekuensi resonansi rangkaian RLC
Syarat resonansi : $X_L = X_C$

$$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$f_r = \frac{\omega_r}{2\pi}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

7. Daya pada rangkaian seri Arus bolak-balik

$$P = V_{ef} \times I_{ef} \times \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$

$$P = I_{ef}^{\;2} \times R$$

cos φ = factor daya

Catatan, untuk daya pada DC (searah), cos φ = 1

Ignatius Global School
The First Choice to The Best Future

Latihan Soal

1. Suatu rangkaian seri RLC, R = 100 ohm,
$i = 2\sqrt{3}\sin(200t - \theta)$ A, $v = 400\sqrt{3}\sin(200t)$ V, dan
$X_C = \sqrt{3} \times 10^2$ ohm. Tentukan
a. impedansi
b. reaktansi induktif rangkaian
c. sudut fase rangkaian.

2. Suatu rangkaian penerima radio beresonansi dengan pemancar yang panjang gelombangnya 150 m. Jika pemancar itu memiliki induktansi $\frac{0,1}{16\pi^2}$ H.
a. Hitunglah frekuensi resonansinya
b. nilai kapasitas dari kapasitor yang diatur ($c = 3 \times 10^8$ m/s)

3. Sebuah resistor (R = 900 ohm), sebuah kapasitor (C=2,5 uF) dan sebuah induktor (L=0,25 H) disusun seri satu dengan lainnya. Rangkaian dihubungkan pada sumber ac dengan Vm = 150 V dan frekuensi sudut 400 rad/s. Hitung :
a. impedansi rangkaian
b. arus maksimum yang diberikan oleh sumber
c. sudut fase antara arus dan tegangan
d. Apakah arus mendahului atau terlambat terhadap tegangan ?

4. Suatu rangkaian arus bolak-balik terdiri atas sebuah induktor yang memiliki hambatan 30 ohm dan reaktansi induktif 120 ohm yang dihubungkan seri dengan sebuah resistor 60 ohm. Rangkaian ini kemudian dihubungkan dengan sumber daya 125 V, 500 rad/s.
a. Hitung arus dalam rangkaian
b. Berapa beda potensial ujung-ujung resistor dan ujung-ujung induktor ?

5. Sebuah kumparan dengan induktansi 0,05 H dan hambatan X disusun seri dengan sebuah resistor 13 ohm. Rangkaian ini dihubungkan pada sumber tegangan ac berfrekuensi sudut 100 rad/s. Jika beda tegangan antara ujung-ujung kumparan sama dengan antara ujung-ujung resistor. Tentukanlah impedansi kumparan dan nilai X.

6. Resistor (R) 50 ohm dan kumparan (L) dengan reaktansi induktif 150 ohm dan kapasitor C dengan reaktansi kapasitif 100 ohm dihubungkan seri pada sumber tegangan bolak-balik. Tentukan beda fase antara arus dan tegangan dalam rangkaian.

7. Sebuah kumparan dengan reaktansi induktif 50 ohm dan hambatan ekivalen 200 ohm, dan sebuah kapasitor dengan reaktansi kapasitif 200 ohm dihubungkan seri pada sumber tegangan bolak-balik 12 V. Tentukan kuat arus yang melalui rangkaian tersebut ?

8. Suatu rangkaian seri RLC, Irms = 6A,Vrms = 240 Volt, dan arus meninggalkan tegangan dengan beda fase 53°. Berapa hambatan total rangkaian dan reaktansi rangkaian ($X_L - X_C$)

9. Suatu susunan seri yang terdiri atas resistor 600 ohm, kumparan dengan induktansi 0,2 H dan kapasitor 1/6 uF, dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik dengan frekuensi sudut 6000 rad/s. Tentukan :
a. impedansi rangkaian
b. pada frekuensi berapakah rangkaian itu akan beresonansi
c. Berapa sudut fase antara arus dan tegangan sumber
d. Andaikan kapasitor di atas adalah kapasitor variabel, dan kemudian diubah kapasitasnya sedemikian sehingga impedansi rangkaian itu sebesar 600 ohm, berapa kapasitas kapasitor itu sekarang ?

10. Resistor R = 60 ohm dan inductor dengan reaktansi induktif 160 ohm dan kapasitor dengan reaktansi kapasitif 80 ohm dirangkai seri pada sumber tegangan bolak-balik
$V = 200\sin(100\pi t)$
Tentukan :
a. impedansi rangkaian
b. beda sudut fase antara tegangan terhadap arus
c. sifat rangkaian
d. tuliskan persamaan arusnya
e. tegangan pada masing-masing komponen
f. daya disipasi pada rangkaian.